

تأثیر انواع کود و گیاهان پوششی بر کنترل علف‌های هرز و برخی خصوصیات کیفی گلرنگ (*Carthamus tinctorius*)

سعید حیدرزاده^۱ و جلال جلیلیان^{۲*}

۱ و ۲- دانشجوی دکتری و دانشیار، گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشگاه ارومیه.

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۱۰/۱۲ - تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۳/۱۱)

چکیده

این آزمایش در سال ۱۳۹۲ در دانشگاه ارومیه، به صورت فاکتوریل و در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. تیمارهای آزمایشی شامل کاشت گیاهان پوششی شبدر قرمز، خلر، ماشک گل خوشه‌ای و گاودانه در کنار ردیف‌های گلرنگ و کشت گلرنگ در کرت‌های عاری (شاهد یک) و آلوده به علف‌های هرز (شاهد دو) به عنوان فاکتور اول و کاربرد کود آلی و سطوح مختلف کود شیمیایی (سیستم‌های کودی زیاد، متوسط و کم) به عنوان فاکتور دوم بودند. نتایج نشان داد که گیاهان پوششی ماشک گل خوشه‌ای و گاودانه در سیستم‌های کودی شیمیایی، بیشترین تأثیر را بر کاهش زیست‌توده نسبی علف‌های هرز باریک‌برگ و پهن‌برگ داشتند. در تمامی سیستم‌های کودی، بالاترین میزان فسفر، پتاسیم، عملکرد و پروتئین دانه گلرنگ در کرت‌های بدون علف هرز و گیاه پوششی (شاهد یک) بدست آمد. نتایج نشان داد که با کاهش کاربرد کودهای شیمیایی، نقش گیاهان پوششی در افزایش میزان عناصر غذایی دانه گلرنگ آشکارتر شد. گیاه پوششی ماشک گل خوشه‌ای در سیستم کودی آلی، به ترتیب سبب افزایش ۷۴/۸۳ و ۷۹/۱۵ درصد عملکرد دانه و پروتئین گلرنگ نسبت به تیمار بدون کنترل علف‌هرز (شاهد دو) در سیستم کودی متوسط شد. بنابراین کاشت گیاهان پوششی می‌تواند ابزار مناسبی برای مدیریت علف‌های هرز در سیستم‌های کشاورزی پایدار باشد.

واژه‌های کلیدی: سیستم کودی، زیست‌توده علف هرز، عملکرد، گاودانه، ماشک گل خوشه‌ای.

Effect of fertilizers and cover crops on weed control and some quality characteristics of safflower (*Carthamus tinctorius*)

Saeid Heydarzadeh¹ and Jalal Jalilian^{2*}

1. Department of Production Engineering and Plant Genetics, Faculty of Agriculture, Urmia University.
(Received: January 1, 2017 - Accepted: June 1, 2019)

ABSTRACT

This experiment was carried out as factorial based on a randomized complete block design with three replications at the farm of Urmia University in 2013. Treatments included the cultivation of cover crops (red clover, matter pea, hairy vetch, bitter vetch) along the safflower rows and two control treatments [safflower planting with (control 1) and without weeds (control 2)] as the first factor and the application of organic manure and different amounts of chemical fertilizer systems (high, medium, and low) as the second factor. Results showed that hairy vetch and bitter vetch under different chemical fertilizer systems had the most effects on reducing the relative biomass of grasses and broad leaf weeds. In all the fertilizer systems, the highest seed phosphorus and potassium concentrations, grain and protein yield obtained from safflower plots without weeds or cover crops (control 1). Based on the results, by reducing the use of chemical fertilizers, the role of cover crops with increasing safflower seed nutrients became more pronounced. Use of hairy vetch as the cover crop in an organic fertilizer system increased the grain and protein yield of safflower by 74.83 and 79.15%, respectively, compared to plots without weed control (control 2) in a medium fertilizer system. Therefore, cover crops are appropriate tools for weed management in sustainable agricultural systems.

Keywords: Bitter vetches, fertilizer system, hairy vetch, weed biomass, yield.

* Corresponding author E-mail: J.Jalilian@urmia.ac.ir

مقدمه

از نظر زراعی، علف‌های هرز گیاهانی هستند که به‌طور طبیعی در اکوسیستم‌های زراعی می‌رویند و برای سامانه‌های کشاورزی، مضر می‌باشند. مهم‌ترین خسارت علف‌های هرز به گیاهان زراعی، کاهش عملکرد آن‌ها از طریق رقابت برای جذب مواد غذایی و نهاده‌های رشد می‌باشد (Radosevich, 1987). مدیریت صحیح نهاده‌های کشاورزی از جمله راهکارهای کنترلی علف‌های هرز می‌باشد. با توجه به این‌که علف‌های هرز، گیاهانی فرصت طلب هستند که سریع‌تر از گیاهان زراعی رشد می‌کنند و مواد غذایی قابل دسترس را آسان‌تر و بهتر جذب می‌کنند و در نتیجه رقیبی برای گیاه زراعی محسوب می‌شوند، مصرف متعادل نهاده‌ها و به‌خصوص کود می‌تواند نقش مهمی در کنترل آن‌ها داشته باشد. امروزه انواع نظام‌های کودی در سیستم‌های کشاورزی دنیا مرسوم است. در برخی از نظام‌های کودی، مقادیر بیشتری کود شیمیایی استفاده می‌شود و در برخی از نظام‌های سازگار با محیط زیست، به‌جای استفاده از کود شیمیایی، از کودهای آلی استفاده می‌شود (Jalilian & Heydarzadeh, 2015). کودهای آلی از طریق افزایش مواد آلی و هوموس خاک، موجب افزایش درصد خلل و فرج و اسفنجی شدن خاک و در نهایت کاهش وزن مخصوص ظاهری خاک می‌شوند. این عوامل نیز به نوبه خود موجب رشد و گسترش بیشتر ریشه گیاهان در خاک می‌شوند و جذب آب و عناصر غذایی در گیاه بهبود پیدا می‌کند (Blaise et al., 2005).

کنترل شیمیایی در کشاورزی پیشرفته، روشی برای مدیریت علف‌های هرز محسوب می‌شود. استفاده از علف‌کش‌ها، علاوه بر این‌که موجب مقاوم شدن بسیاری از علف‌های هرز به آن‌ها شده است، باعث ایجاد خطرات زیست محیطی می‌شود. برای کاهش این اثرات نامطلوب، تجدید نظر اساسی در خط مشی تولید محصولات زراعی و حرکت به سوی کشاورزی بدون نهاده‌های شیمیایی و مصنوعی صورت گرفته است، به‌طوری‌که استفاده از گیاهان پوششی لگوم با قابلیت تثبیت بالای نیتروژن، کاربرد کودهای آلی و بکارگیری اصول صحیح کشاورزی با مصرف بهینه نهاده، از جمله روش‌های کاهش استفاده از کودهای شیمیایی (مصرف متعادل آن‌ها) می‌باشد (Brennan & Smith, 2005). استفاده از گیاهان پوششی در بین ردیف‌های گیاهان زراعی، یکی از روش‌های مناسب برای کنترل علف‌های هرز است و رهیافتی همگام با طبیعت محسوب می‌شود که موجب افزایش بهره‌وری نهاده‌ها و رسیدن به اهداف کشاورزی پایدار خواهد شد (Uchino et al., 2012). گیاهان پوششی خانواده بقولات، به‌دلیل رشد سریع، علاوه بر تامین نیتروژن گیاه بعدی، از توان خوبی برای مقابله با علف‌های هرز غالب مزارع برخوردار می‌باشند (Olorunmaiye, 2010).

گیاهان پوششی به صورت یک گیاه خفه کننده علف‌های هرز می‌توانند از عبور نور جلوگیری نمایند و با تغییر نسبت نور قرمز به قرمز دور، منجر به عدم جوانه‌زنی بذر یا کاهش رشد گیاهچه علف‌های هرز شوند (Gabriel & Quemada, 2011). از طرفی، برای شکستن خواب بذر و شروع جوانه‌زنی بذر اکثر علف‌های هرز، تغییرات دمایی لازم است، درحالی‌که گیاهان پوششی مانع این تغییرات دمایی می‌شوند (Reddy, 2001). گیاهان پوششی علاوه بر کنترل علف‌های هرز، با کنترل بیماری‌های خاک، غنی‌سازی خاک با تثبیت نیتروژن، بهبود ساختمان خاک، جلوگیری از آبهویی نیتروژن، افزایش ماده آلی و کاهش فرسایش خاک، بر رشد و نمو گیاهان زراعی و در نهایت عملکرد آن‌ها نیز موثر می‌باشند (Kruidhof et al., 2008). تثبیت نیتروژن توسط بقولات و یا جذب بقایای نیتروژن مصرف شده در گیاهان زراعی قبلی، مزیت کلیدی کشت گیاهان پوششی می‌باشد که می‌تواند بیشتر و یا حتی تمام نیاز نیتروژن گیاه زراعی را برآورده سازد (Hooker et al., 2008). به نظر می‌رسد که گیاهان پوششی به دلیل حفظ رطوبت کافی در محیط ریزوسفر گیاه، باعث تشدید فعالیت‌های میکروارگانیسم‌های موجود در کودهای زیستی و در نتیجه افزایش وزن دانه در بوته می‌شوند (Campiglia et al., 2010). بنابراین با کاشت گیاه

از نظر زراعی، علف‌های هرز گیاهانی هستند که به‌طور طبیعی در اکوسیستم‌های زراعی می‌رویند و برای سامانه‌های کشاورزی، مضر می‌باشند. مهم‌ترین خسارت علف‌های هرز به گیاهان زراعی، کاهش عملکرد آن‌ها از طریق رقابت برای جذب مواد غذایی و نهاده‌های رشد می‌باشد (Radosevich, 1987). مدیریت صحیح نهاده‌های کشاورزی از جمله راهکارهای کنترلی علف‌های هرز می‌باشد. با توجه به این‌که علف‌های هرز، گیاهانی فرصت طلب هستند که سریع‌تر از گیاهان زراعی رشد می‌کنند و مواد غذایی قابل دسترس را آسان‌تر و بهتر جذب می‌کنند و در نتیجه رقیبی برای گیاه زراعی محسوب می‌شوند، مصرف متعادل نهاده‌ها و به‌خصوص کود می‌تواند نقش مهمی در کنترل آن‌ها داشته باشد. امروزه انواع نظام‌های کودی در سیستم‌های کشاورزی دنیا مرسوم است. در برخی از نظام‌های کودی، مقادیر بیشتری کود شیمیایی استفاده می‌شود و در برخی از نظام‌های سازگار با محیط زیست، به‌جای استفاده از کود شیمیایی، از کودهای آلی استفاده می‌شود (Jalilian & Heydarzadeh, 2015). کودهای آلی از طریق افزایش مواد آلی و هوموس خاک، موجب افزایش درصد خلل و فرج و اسفنجی شدن خاک و در نهایت کاهش وزن مخصوص ظاهری خاک می‌شوند. این عوامل نیز به نوبه خود موجب رشد و گسترش بیشتر ریشه گیاهان در خاک می‌شوند و جذب آب و عناصر غذایی در گیاه بهبود پیدا می‌کند (Blaise et al., 2005).

کنترل شیمیایی در کشاورزی پیشرفته، روشی برای مدیریت علف‌های هرز محسوب می‌شود. استفاده از علف‌کش‌ها، علاوه بر این‌که موجب مقاوم شدن بسیاری از علف‌های هرز به آن‌ها شده است، باعث ایجاد خطرات زیست محیطی می‌شود. برای کاهش این اثرات نامطلوب، تجدید نظر اساسی در خط مشی تولید محصولات زراعی و حرکت به سوی کشاورزی بدون نهاده‌های شیمیایی و مصنوعی صورت گرفته است، به‌طوری‌که استفاده از گیاهان پوششی لگوم با قابلیت تثبیت بالای نیتروژن، کاربرد کودهای آلی و بکارگیری

کرت‌های عاری (شاهد یک) و آلوده به علف‌های هرز (شاهد دو) به عنوان فاکتور اول و کاربرد کود آلی و سطوح مختلف کود شیمیایی (زیاد، متوسط و کم) به عنوان فاکتور دوم بودند. طول و عرض هر واحد آزمایشی، به ترتیب چهار و ۳/۶ متر در نظر گرفته شد که مشتمل بر پنج ردیف کاشت گلرنگ به صورت جوی و پشته بود و فاصله بین ردیف‌ها به‌طور ثابت برای تمامی واحدهای آزمایش، ۵۰ سانتی‌متر و فواصل بین بوته‌ها در روی ردیف، ۱۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. بعد از آماده سازی کرت‌ها، عملیات کاشت در ۱۵ اردیبهشت ماه ۱۳۹۲ به‌صورت هیرم کاری و خطی روی پشته‌ها با دست انجام شد. بذره‌های گلرنگ با تراکم زیاد کاشته شدند ولی در مرحله چهار تا شش برگی و برای رسیدن به تراکم مطلوب (۲۰ بوته در متر مربع)، تنک شدند. در این آزمایش، از گلرنگ رقم بهاره گلدشت، با قوه نامیه ۹۸ درصد و خلوص ۹۹ درصد که جزو ارقام بدون خار است و اغلب گل‌های آن قرمز رنگ می‌باشد، استفاده شد. با توجه به تیمارهای آزمایشی، بذره‌های گیاهان پوششی با فاصله دو سانتی‌متر به صورت کپه‌ای، در دو طرف پشته‌های گلرنگ کشت شدند. میزان بذر مصرفی جهت تولید دانه ماشک گل‌خوشه‌ای، خلر، شبدر و گاودانه به ترتیب ۵۵ تا ۷۵، ۱۰۰ تا ۱۵۰، ۱۵ تا ۲۵ و ۵۵ تا ۷۵ کیلوگرم در هکتار است که جهت کاربرد به‌عنوان گیاه پوششی، کود سبز و غیره، دو تا سه برابر این مقدار آن‌ها در نظر گرفته می‌شود (Seyed Sharifi & Hakam Alipur, 2010). در این آزمایش، میزان بذر مصرفی جهت کاشت گیاهان پوششی ماشک گل‌خوشه‌ای، خلر، شبدر و گاودانه، به ترتیب ۱۱۰، ۲۰۰، ۳۰ و ۱۱۰ کیلوگرم در هکتار در نظر گرفته شد. گیاهان پوششی تا پایان آزمایش در کنار گلرنگ حضور داشتند. در طی فصل رشد و در مراحل گلدهی و دانه‌بندی، سم‌پاشی علیه مگس گلرنگ (*Acanthiophilus helianthi*) با ۲/۵ لیتر سم آمبوش در هکتار، به‌وسیله سم‌پاش پستی اهرمی انجام شد. با توجه به نتایج آزمون خاک، مزرعه دارای خاکی با بافت لوم رسی با pH برابر هشت، شوری ۰/۵۲ دسی زیمنس بر سانتی‌متر و ۰/۰۹۲ درصد نیتروژن بود؛ همچنین میزان فسفر و پتاسیم در خاک مزرعه، به ترتیب ۷/۲ و

پوششی، علاوه بر تأمین نیتروژن گیاه همراه (Hooker et al., 2008)، فشار علف‌های هرز نیز کاهش می‌یابد. در واقع با توجه به نقش گیاهان پوششی در سرکوب علف‌های هرز در مزارع کشاورزی، امروزه استفاده از آن‌ها در کشاورزی رو به افزایش می‌باشد (Didon et al., 2014).

گلرنگ (*Carthamus tinctorius*) از گیاهان روغنی و یکی از قدیمی‌ترین محصولات زراعی به‌شمار می‌رود که کشت آن در ایران قدمت طولانی دارد و روغن قابل استخراج از دانه آن ۲۵ تا ۳۵ درصد می‌باشد (Kouhnavard et al., 2012). کشاورزی رایج، نقش مهمی را بهبود بهره‌وری غذا و تأمین خواسته‌های انسان ایفا می‌کند، اما تا حد زیادی وابسته به نهاده‌های ورودی از جمله کودهای شیمیایی، آفت‌کش‌ها و علف‌کش‌ها می‌باشد (Horrihan et al., 2002). بنابراین با توجه به افزایش هزینه نهاده‌های مصرفی و آلودگی‌های ناشی از مصرف بی‌رویه آن‌ها، با کشت گیاه پوششی از طریق پر کردن آشیانه اکولوژیکی، علاوه بر کاهش مصرف نهاده‌های کود و علف‌کش و تقلیل آلودگی‌های زیست محیطی ناشی از مصرف آن‌ها، می‌توان علف‌های هرز مزارع گلرنگ را کنترل کرد و موجبات پایداری اکوسیستم را فراهم ساخت. بدین ترتیب، این آزمایش با هدف بررسی نحوه اثر گیاهان پوششی در مدیریت علف‌های هرز و نحوه تأثیر بر خصوصیات کیفی بذر گلرنگ در شرایط کاربرد کود آلی و سطوح متفاوت کود شیمیایی، طراحی و اجرا شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش به صورت فاکتوریل و در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با ۲۴ تیمار و سه تکرار، در بهار سال زراعی ۹۲-۱۳۹۱ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه ارومیه، با موقعیت جغرافیای ۳۷ درجه و ۳۱ دقیقه عرض شمالی و ۴۵ درجه و دو دقیقه طول شرقی و ارتفاع ۱۳۲۰ متر از سطح دریا انجام شد. تیمارهای آزمایشی شامل کاشت گیاهان پوششی شبدر قرمز (*Trifolium pratense*)، خلر (*Lathyrus sativus*)، ماشک گل‌خوشه‌ای (*Vicia villosa*) و گاودانه (*Vicia ervillia*) در کنار ردیف‌های گلرنگ و کشت گلرنگ در

(Abbassian *et al.*, 2016) محاسبه شد.

$$RWB = \frac{WB_t}{WB_{c2}} / 100$$

در این معادله، RWB: زیست‌توده نسبی علف‌های هرز، WB_t : زیست‌توده علف‌های هرز در هر تیمار و WB_{c2} : زیست‌توده علف‌های هرز در تیمار شاهد دو می‌باشد. اندازه‌گیری عناصر غذایی دانه گلرنگ بر اساس استاندارد A.O.A.C و به روش هضم تر، با استفاده از اسیدهای نیتریک، کلریدیک و پرکلریدیک صورت گرفت (Association of Official Analytical Chemists, 2005). برای اندازه‌گیری میزان فسفر دانه، از دستگاه اسپکتروفتومتر مدل GEN way 630 و برای اندازه‌گیری پتاسیم از دستگاه فلیم فتومتر استفاده شد. همچنین درصد پروتئین دانه توسط دستگاه کج‌دال مدل Vapodest 20 ساخت آلمان اندازه‌گیری شد (Rossi *et al.*, 2004). برای محاسبه درصد پروتئین دانه گلرنگ در این آزمایش، عدد ثابت ۶/۲۵ به عنوان فاکتور پروتئین مورد استفاده قرار گرفته است (Rossi *et al.*, 2004).

$$N (\%) = (A_t \times 0.00014) \times 100$$

$$P (\%) = N (\%) \times 6.25$$

در این معادله، $N (\%)$ ، درصد نیتروژن، A_t : مقدار اسید مصرف شده در تیتراسیون و $P (\%)$: درصد پروتئین می‌باشد. همچنین عملکرد پروتئین از حاصلزرب عملکرد دانه در درصد پروتئین دانه محاسبه شد. برداشت نهایی گلرنگ در نیمه دوم شهریور ماه ۱۳۹۲ صورت گرفت. برای اندازه‌گیری عملکرد نهایی، پس از حذف اثرات حاشیه‌ای، مساحت یک متر مربع از دو ردیف میانی در هر کرت، برداشت شد و عملکرد دانه بر حسب کیلوگرم در هکتار تعیین شد. پس از اطمینان از نرمال بودن داده‌ها، تجزیه و تحلیل آن‌ها با استفاده از نرم افزار SAS 9.1 انجام گرفت. همچنین برای مقایسه میانگین‌ها از روش چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد استفاده شد.

نتایج و بحث

زیست‌توده نسبی علف‌های هرز

اثر سیستم کودی بر زیست‌توده نسبی علف‌های هرز پهن‌برگ و باریک‌برگ در هر چهار مرحله، اثر گیاه پوششی بر زیست‌توده نسبی علف‌های هرز پهن‌برگ در

۳۹۰ میلی‌گرم در کیلوگرم بود. در سیستم‌های کودی زیاد، متوسط و کم، به ترتیب ۱۲۰، ۸۰ و ۶۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره و ۸۰، ۵۰ و ۳۰ کیلوگرم در هکتار کود سوپرفسفات‌تریپل حاوی ۴۶ درصد اکسید فسفر (P_2O_5) ، به صورت نواری در فاصله پنج تا ده سانتی‌متری زیر بذر استفاده شد. در سیستم کودی آلی، از ۴۰ تن کود دامی کاملاً پوسیده در هکتار و کودهای زیستی نیتروکسین و بارور دو به صورت بذر مال استفاده شد. مقدار کود دامی بر اساس متوسط مقدار نیتروژن و فسفر در کودهای شیمیایی تعیین شد و قبل از کاشت به کار رفت. اولین آبیاری بعد از کاشت صورت گرفت و آبیاری‌های بعدی، از زمان استقرار گیاه و بر اساس عرف منطقه و هر نه روز یک‌بار به صورت نشتی (جوی و پشته‌ای) انجام گرفت. با توجه به این‌که مزرعه مورد استفاده برای این طرح، جزو مزارع با آلودگی شدید علف‌های هرز بود، برای اجرای دقیق آزمایش و در مراحل اولیه رشد، تنک کردن و مینا قرار دادن حداقل علف‌هرز جوانه زده در کل آزمایش، جمعیت یکنواختی از علف‌های هرز در تمامی تیمارهای آزمایشی ایجاد شد. در کرت‌های آزمایشی در مجموع، شش گونه علف هرز سلمه تره (*Chenopodium album* L.)، پیچک صحرايي (*Xanthium* *strumarium* L.)، دم روباهی، ترب وحشی (*Brassica* *Alba* L.) و قیاق (*Sorghum halepense*) مشاهده شد که از میان آن‌ها، سه گونه پیچک، توق و قیاق، علف‌های هرز غالب مزرعه بودند. نمونه‌برداری از علف‌های هرز در چهار مرحله (۳۴، ۵۴، ۷۴ و ۱۲۱ روز بعد از کاشت)، به صورت تصادفی و با استفاده از کوادرات 50×50 سانتی‌متر انجام شد و گیاهچه‌های علف‌های هرز در هر کادر، تا سطح گونه شناسایی شدند. سپس نمونه‌های مربوط به هر کرت، در داخل پاکت‌هایی قرار داده شدند و در آونی با دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد و به مدت ۷۲ ساعت خشک شدند و سپس وزن خشک آن‌ها اندازه‌گیری شد. وزن خشک مجموع علف‌های هرز پهن‌برگ و باریک‌برگ در هر مرحله نمونه‌برداری مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. زیست‌توده نسبی علف‌های هرز از طریق فرمول محاسبه فراوانی نسبی

مرحله اول و بر زیست توده نسبی علف‌های هرز پهن برگ و باریک برگ در سایر مراحل نمونه برداری معنی دار بود (جدول ۱). همچنین اثر متقابل تیمارهای آزمایش بر زیست توده نسبی علف‌های هرز پهن برگ و باریک برگ

مراحل اول و دوم و بر زیست توده نسبی علف‌های هرز باریک برگ در مرحله سوم نمونه برداری معنی دار بود (جدول ۱).

جدول ۱- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) زیست توده نسبی علف‌های هرز مزرعه گلرنگ، تحت تاثیر گیاهان پوششی و سیستم‌های مختلف کودی

Table 1. Variance analysis (mean of squares) of the effects of cover crops and different fertilizer systems On relative weed biomass in safflower field

| Source of variation | df | First sampling | | Second sampling | | Third sampling | | Fourth sampling | |
|------------------------|----|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| | | Broad leaf | Grasses | Broad leaf | Grasses | Broad leaf | Grasses | Broad leaf | Grasses |
| Replication | 2 | 10.43 ^{ns} | 172.22 ^{ns} | 386.68 ^{**} | 99.14 [*] | 19.44 ^{ns} | 103.65 ^{ns} | 144.25 ^{ns} | 387.18 [*] |
| Fertilizer systems (F) | 3 | 1751.97 ^{**} | 4368.64 ^{**} | 2288.79 ^{**} | 3939.66 ^{**} | 479.27 ^{**} | 1543.59 ^{**} | 5192.95 ^{**} | 1829.97 ^{**} |
| Cover crop (C) | 4 | 294.90 ^{**} | 868.16 ^{ns} | 340.20 ^{**} | 967.42 ^{**} | 216.98 ^{**} | 757.84 ^{**} | 473.60 ^{**} | 726.79 ^{**} |
| F × C | 12 | 106.44 ^{**} | 1705.33 ^{**} | 226.97 ^{**} | 64.51 [*] | 69.86 ^{ns} | 222.96 ^{**} | 92.56 ^{ns} | 170.40 ^{ns} |
| Error | 38 | 22.64 | 353.79 | 49.40 | 25.04 | 43.98 | 46.42 | 78.46 | 91.46 |
| C.V (%) | | 19.36 | 24.56 | 16.70 | 16.56 | 15.35 | 15.24 | 19.45 | 18.32 |

*، ** و ns به ترتیب نشانگر اختلاف آماری معنی دار در سطح پنج و یک درصد و عدم اختلاف آماری معنی دار می باشد. *، ** and ns: Significant differences at 5% and 1% of probability levels and non-significant, respectively.

نتایج مقایسه میانگین نشان داد که روند تغییرات زیست توده نسبی علف‌های هرز در مرحله اول و دوم نمونه برداری، تحت تاثیر سیستم‌های مختلف کودی و در کرت‌های دارای گیاه پوششی متفاوت بود. در این راستا، گیاه پوششی ماشک گل خوشه‌ای و گاودانه در تمام سیستم‌های کودی شیمیایی، دارای کمترین زیست توده نسبی علف‌های هرز پهن برگ و باریک برگ نسبت به گیاهان پوششی خلر و شبدر بودند (جدول ۲).

جدول ۲- زیست توده نسبی علف‌های هرز در مزرعه گلرنگ، تحت تاثیر گیاهان پوششی و سیستم‌های مختلف کودی

Table 2. Relative weed biomass in safflower field under the effects of cover crops and different fertilizer systems

| Relative weed biomass (%) | | | | | | |
|---------------------------|--------------|----------------|------------|-----------------|----------|----------------|
| Fertilizer systems | Cover crop | First sampling | | Second sampling | | Third sampling |
| | | Broad leaved | Grasses | Broad leaved | Grasses | Grasses |
| High | Hairy vetch | 38.37 b | 55.75 bcd | 55.21 bc | 45.96 b | 35.03 ef |
| | Grass pea | 35.84 bc | 71.48 abc | 68.39 a | 62.71 a | 46.17 de |
| | Red clover | 50.71 a | 57.33 bcd | 60.62 ab | 69.76 a | 33.91 ef |
| | Bitter vetch | 29.04 cd | 77.34 ab | 49.34 bcd | 41.16 b | 32.63 f |
| Medium | Hairy vetch | 24.52 de | 32.07 def | 36.93 defg | 24.34 cd | 39.78 def |
| | Grass pea | 36.62 bc | 41.52 cdef | 48.51 bcd | 29.67 c | 75.88 a |
| | Red clover | 37.05 bc | 40.74 cdef | 48.45 bcd | 31.84 c | 59.04 bc |
| | Bitter vetch | 25.11 de | 48.17 bcde | 28.30 gh | 18.79 de | 51.83 bcd |
| Low | Hairy vetch | 11.30 gh | 13 ef | 20.06 h | 4.67 f | 46.23 de |
| | Grass pea | 16.54 efg | 28.59 def | 25.10 gh | 15.07 e | 48.93 cd |
| | Red clover | 22.28 def | 35.86 cdef | 33.02 efgh | 19.58 de | 63.03 b |
| | Bitter vetch | 11.95 gh | 26.52 def | 21.11 h | 6.08 f | 49.44 cd |
| Organic manure | Hairy vetch | 4.50 h | 92.07 a | 30.61 fgh | 16.7 de | 31.64 f |
| | Grass pea | 13.88 fg | 101.43 a | 43 cdef | 29.59 c | 40.97 def |
| | Red clover | 13.96 fg | 51.92 bcd | 44.62 cde | 42.64 b | 43.87 def |
| | Bitter vetch | 21.56 def | 10.08 f | 59.87 ab | 24.62 cd | 16.49 g |

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون، اختلاف معنی داری بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد ندارند. Means with the same letters in the same column are not significantly different based on Duncan's multiple range test ($P \leq 0.05$).

در سیستم کودی ارگانیک، بیشترین زیست توده نسبی علف‌های هرز پهن برگ، به کرت‌های دارای گیاه پوششی گاودانه تعلق داشت، اما در کرت‌های دارای گیاه پوششی خلر در مرحله اول و سوم نمونه برداری، بالاترین

زیست‌توده نسبی علف‌های هرز باریک‌برگ حاصل به‌دست آمد (جدول ۲). همچنین نتایج نشان داد که میانگین زیست‌توده نسبی علف‌های هرز پهن‌برگ و باریک در هر دو مرحله اول و دوم نمونه‌برداری، از سیستم کودی زیاد به کم، روندی کاهشی داشت؛ به عبارت دیگر، استفاده از کود شیمیایی در سیستم‌های کودی زیاد، متوسط و کم نشان داد که علف‌های هرز در استفاده از این منابع کودی کارا تر بودند و در نتیجه زیست‌توده نسبی آن‌ها نیز به ترتیب در سیستم کودی زیاد بیشتر از متوسط و کم بوده است (جدول ۲).

زیست‌توده نسبی علف‌های هرز باریک‌برگ حاصل به‌دست آمد (جدول ۲). همچنین نتایج نشان داد که میانگین زیست‌توده نسبی علف‌های هرز پهن‌برگ و باریک در هر دو مرحله اول و دوم نمونه‌برداری، از سیستم کودی زیاد به کم، روندی کاهشی داشت؛ به عبارت دیگر، استفاده از کود شیمیایی در سیستم‌های کودی زیاد، متوسط و کم نشان داد که علف‌های هرز در استفاده از این منابع کودی کارا تر بودند و در نتیجه زیست‌توده نسبی آن‌ها نیز به ترتیب در سیستم کودی زیاد بیشتر از متوسط و کم بوده است (جدول ۲).

جدول ۳- زیست‌توده نسبی علف‌های هرز در مزرعه گلرنگ تحت تأثیر سیستم‌های مختلف کودی.

Table 3. Relative weed biomass in safflower field under the effects of different fertilizer systems.

| Fertilizer systems | Relative weed biomass (%) | | |
|--------------------|---------------------------|--------------|-----------------|
| | Third sampling | | Fourth sampling |
| | Broad leaved | Broad leaved | Grasses |
| High | 52.03 a | 73.51 a | 67.26 a |
| Medium | 43.46 b | 47.42 b | 51.83 b |
| Low | 38.58 b | 24.90 d | 37.02 c |
| Organic manure | 38.67 b | 36.25 c | 52.62 b |

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون، اختلاف معنی‌داری بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

Means with the same letters in the same column are not significantly different based on Duncan's multiple range test ($P \leq 0.05$).

پوششی ماشک گل‌خوشه‌ای در مرحله چهارم نمونه‌برداری نیز نقش بارزی در کاهش زیست‌توده نسبی علف‌های هرز باریک‌برگ داشت (جدول ۴).

گیاهان پوششی ماشک گل‌خوشه‌ای و گاودانه، نقش موثری در سرکوب علف‌های هرز پهن‌برگ در مرحله سوم و چهارم نمونه‌برداری داشتند. همچنین گیاه

جدول ۴- زیست‌توده نسبی علف‌های هرز در مزرعه گلرنگ، تحت تأثیر گیاهان پوششی.

Table 4. Relative weed biomass in safflower under the effects of cover crops.

| Cover crops | Relative weed biomass (%) | | |
|--------------|---------------------------|--------------|-----------------|
| | Third sampling | | Fourth sampling |
| | Broad leaved | Broad leaved | Grasses |
| Hairy vetch | 39.37 b | 39.19 b | 41.24 b |
| Grass pea | 45.95 a | 50.06 a | 53.71 a |
| Red clover | 47.68 a | 51.71 a | 59.66 a |
| Bitter vetch | 39.75 b | 41.11 b | 54.12 a |

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون، اختلاف معنی‌داری بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

Means with the same letters in the same column are not significantly different based on Duncan's multiple range test ($P \leq 0.05$).

رقابتی، فضا کمتری را در مراحل اول و دوم نمونه‌برداری در اختیار علف‌های هرز باریک‌برگ قرار دادند و در نتیجه باعث افزایش فراوانی نسبی پهن‌برگ‌ها نسبت به باریک‌برگ‌ها شدند. با این حال، زمانی که علف‌های هرز پهن‌برگ شروع به گل دهی و ریزش برگ می‌کنند،

در این آزمایش، علف‌های هرز پهن‌برگ نسبت به باریک‌برگ‌ها، بیشترین فراوانی نسبی را به خود اختصاص داده‌اند. علف‌های هرز پهن‌برگ به‌علت دوره رشد متفاوت و همچنین به‌علت غالبیت نسبت به باریک‌برگ‌ها از نظر سایه اندازی و رقابت بر سر منابع

سبب کاسته شدن از رشد و رقابت علف‌های هرز می‌شود (Heydarzadeh & Jalilian, 2014). در گزارشاتی آمده است که میزان بازدارندگی، تحت تاثیر میزان پوشش سطح خاک به وسیله گیاه زراعی اصلی و یا گیاه پوششی، از رشد علف‌های هرز جلوگیری می‌کند (Uchino *et al.*, 2009). به عبارت دیگر، بین زیست‌توده خشک علف‌های هرز و درصد پوشش زمین توسط گیاه زراعی و گیاه پوششی، رابطه‌ای منفی وجود دارد و کوددهی با افزایش رشد رویشی گیاه و در نتیجه افزایش درصد پوشش زمین و سایه اندازی ایجاد شده توسط گیاه، می‌تواند بر زیست توده خشک علف‌های هرز مؤثر باشد. همچنین گزارش شده است که کشت گیاه پوششی، علاوه بر تامین نیتروژن گیاه همراه، فشار علف‌های هرز را نیز کاهش می‌دهد (Jensen *et al.*, 2012). از طرفی، برای شکستن خواب بذر و شروع جوانه زنی بذر اکثر علف‌های هرز تغییرات دمایی لازم است، درحالی‌که گیاهان پوششی، مانع این تغییرات دمایی می‌شوند؛ بنابراین سایه‌اندازی توسط گیاهان پوششی، سبب القای خواب ثانویه در بذر علف‌های هرز می‌شود که می‌تواند به علت تغییرات در کیفیت نور و یا دامنه تغییرات شدید دمای خاک باشد (Batlla *et al.*, 2000). به‌طور کلی، نتایج این تحقیق نشان داد که هر روش مدیریتی از جمله استفاده از گیاه پوششی ماشک گل‌خوشه‌ای، نقش مهمی در سرکوب و کنترل علف‌های هرز دارد که در راستای کشاورزی پایدار و کاهش استفاده از سموم علف‌کش، به‌کارگیری گیاه ماشک گل‌خوشه‌ای به‌عنوان گیاه پوششی در مزارع توصیه می‌شود.

صفات مورد ارزیابی در گلرنگ

درصد نیتروژن دانه

نتایج نشان داد که درصد نیتروژن دانه گلرنگ، تحت تاثیر تیمارها قرار گرفت (جدول ۵)، به‌طوری‌که بیشترین (۳/۵۵ درصد) درصد نیتروژن دانه در سیستم کود آلی مشاهده شد که، تفاوت معنی‌داری با سیستم کودی زیاد و متوسط نداشت (جدول ۶).

علف‌های هرز باریک‌برگ، آرام آرام به مرحله بلوغ و افزایش زیست‌توده وارد می‌شوند؛ به‌همین دلیل در مرحله سوم نمونه‌برداری، زیست‌توده نسبی علف‌های هرز پهن‌برگ کاهش و زیست‌توده نسبی علف‌های هرز باریک‌برگ، افزایش یافت. گزارش شده است که سطح حاصلخیزی خاک، بر جمعیت علف‌های هرز اثر می‌گذارد؛ زمانی که مقادیر کود مصرفی زیادتر باشد، زیست‌توده علف‌های هرز بیشتر می‌شود و منجر به کاهش تولید گیاه زراعی می‌شود (Izadi *et al.*, 2012). همچنین گزارش شده است که در تراکم بالای علف‌هرز، مواد غذایی اضافه شده، بیشتر مورد استفاده علف‌های هرز قرار می‌گیرد. بنابراین علف‌های هرز به مقادیر مختلف عناصر غذایی واکنش‌های متفاوتی نشان می‌دهند. با وجود این که کاربرد کود در شرایط عدم رقابت، منجر به افزایش عملکرد محصول زراعی می‌شود، افزایش تراکم و زیست‌توده علف‌های هرز را نیز به دنبال دارد که ممکن است منجر به افزایش تولید بذر در آن‌ها شود. تولید بذر در علف‌های هرز، می‌تواند همبستگی مثبتی با زیست‌توده داشته باشد؛ بنابراین مصرف کود از جمله نیتروژن، بر افزایش زیست‌توده مؤثر خواهد بود (Barker *et al.*, 2006; Hooker *et al.*, 2008).

بنابراین با توجه به علف‌های هرز غالب در مزارع گلرنگ، می‌توان از گیاه پوششی ماشک گل‌خوشه‌ای و گاودانه در سیستم کودی کم، برای کنترل اکولوژیک علف‌های هرز در راستای کشاورزی پایدار و کاهش مصرف از سموم علف‌کش استفاده کرد. احتمالاً دلیل موفقیت ماشک گل‌خوشه‌ای و گاودانه نسبت به خلر و شبدر در سرکوب علف‌های هرز، می‌تواند ناشی از تفاوت ساختار کانوپی، به دلیل بسته شدن سریع‌تر پوشش گیاهی و سایه‌اندازی آن‌ها باشد که موجب کاهش اثرات رقابتی ناشی از علف‌های هرز می‌شود. به‌نظر می‌رسد با پیشروی مراحل رشد گیاهان پوششی در بین ردیف‌های گیاهان اصلی، افزایش شاخص سطح برگ، موجب بسته شدن کانوپی گیاه زراعی شد که نفوذ نور را به داخل پوشش گیاهی کاهش داد و از رشد عادی علف‌های هرز و افزایش زیست‌توده آن‌ها جلوگیری نمود که این امر،

جدول ۵- تجزیه واریانس صفات کیفی گلرنگ تحت تاثیر گیاهان پوششی و سیستم‌های مختلف کودی

Table 5. Variance analysis of the quality traits of safflower under the effects of cover crops and different fertilizer systems

| Source of variation | df | Seed nitrogen concentration | Seed potassium concentration | Seed phosphorus concentration | Seed protein concentration | Protein yield | Seed yield |
|------------------------|----|-----------------------------|------------------------------|-------------------------------|----------------------------|---------------|--------------|
| Replication | 2 | 1.18** | 0.00007 ^{ns} | 0.0001 ^{ns} | 46.34** | 30867.84* | 377862.82* |
| Fertilizer systems (F) | 3 | 0.81* | 0.0078** | 0.0077** | 32* | 85058.54** | 1247532.73** |
| Cover crop (C) | 5 | 0.56* | 0.018** | 0.015** | 22.11* | 457896.52** | 7885263.71** |
| F × C | 15 | 0.26 ^{ns} | 0.0005** | 0.0005** | 10.51 ^{ns} | 19298.96** | 288334.02** |
| Error | 46 | 0.19 | 0.00002 | 0.00009 | 7.75 | 6655.90 | 82106.43 |
| C.V (%) | | 13.10 | 2.20 | 0.44 | 13.10 | 37.03 | 29.15 |

* و ** و ns به ترتیب نشانگر اختلاف آماری معنی‌داری در سطوح احتمال پنج و یک درصد و عدم اختلاف آماری معنی‌دار می‌باشد.

*, ** and ns: Significant difference at 5% and 1% of levels probability and non-significant, respectively.

جدول ۶- مقایسه میانگین برخی صفات گلرنگ تحت تأثیر سیستم‌های مختلف کودی.

Table 6. Mean comparison of some safflower traits under the effects of different fertilizer systems

| Fertilizer systems | Seed nitrogen concentration (%) | Seed protein concentration (%) |
|--------------------|---------------------------------|--------------------------------|
| High | 3.47a | 21.69a |
| Medium | 3.49a | 21.83a |
| Low | 3.08b | 19.27b |
| Organic manure | 3.55a | 22.18a |

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون، اختلاف معنی‌داری بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

Means with the same letters in the same column are not significantly different based on Duncan's multiple range test ($P \leq 0.05$).

سبب افزایش پروتئین دانه نیز می‌شود. در تیمار گیاه پوششی، بیشترین درصد نیتروژن دانه (۳/۵۶ درصد)، در گیاه پوششی ماشک گل‌خوشه‌ای مشاهده شد، درحالی‌که کمترین درصد آن (۳/۰۸ درصد)، از تیمار بدون کنترل (شاهد دو) به‌دست آمد (جدول ۷). احتمال دارد که گیاه پوششی ماشک گل‌خوشه‌ای، با رشد سریع و تولید انشعابات و سایه‌اندازی بالا نسبت به سایر گیاهان پوششی (گاودانه، خلر و شبدر)، باعث تأخیر در سبز شدن و کاهش زیست‌توده نسبی علف‌های هرز شده است که منجر به افزایش جذب عناصر غذایی توسط گیاه گلرنگ می‌شود.

گزارش شده است که رقابت ناشی از حضور علف‌های هرز، باعث کاهش توان فتوسنتزی ذرت و کاهش انتقال مواد فتوسنتزی به دانه می‌شود (Zaefarian, 2009) که این امر می‌تواند باعث کاهش جذب عناصر غذایی در شرایط بدون کنترل علف‌های هرز شود. استفاده از بقولات مختلف به عنوان گیاهان پوششی، عملکرد ذرت را افزایش داد (Gabriel & Quemada, 2011). تثبیت نیتروژن توسط بقولات و یا جذب بقایای نیتروژن مصرف شده در گیاهان زراعی قبلی، مزیت کلیدی کشت گیاهان

بخشی بزرگی از نیتروژن گیاه، در ساختار مهم‌ترین آنزیم فتوسنتزی یعنی روبیسکو قرار دارد. نیتروژن پس از انجام وظیفه فتوسنتزی خود در طول رشد گیاه، در مرحله پیری برگ که با تجزیه کلروفیل همراه می‌باشد، از ساختار این آنزیم خارج می‌شود و از طریق فرآیند انتقال مجدد نیتروژن، از برگ خارج می‌شود و به دانه در حال نمو منتقل می‌یابد و در آن‌جا جهت سنتز پروتئین‌های دانه مورد استفاده قرار می‌گیرد (Hortensteiner & Feller, 2002). محدودیت در تامین ازت دانه، اصلی‌ترین عامل کاهش نیتروژن دانه می‌باشد (Liu *et al.*, 2004). گزارش شده که میکروارگانسیم‌های حل‌کننده فسفات، با انحلال فسفات نامحلول و افزایش مقدار فسفر در دسترس برای باکتری‌های هم‌زیست، باعث افزایش تثبیت نیتروژن و در نتیجه افزایش رشد گیاه می‌شوند زیرا برای تثبیت نیتروژن، انرژی فراوانی مورد نیاز است که با وجود فسفر کافی و ATP فراوان تامین می‌شود (Olivera *et al.*, 2002)، به طوری که نیتروژن یک جزء لازم ساختمانی اسیدهای آمینه، آمیدها، پروتئین‌ها، نوکلئوتیدها و نوکلئوپروتئین‌ها می‌باشد. بنابراین میکروارگانسیم‌های موجود در کودهای زیستی، با تاثیر مثبت بر تثبیت ازت،

تلقیح بذرها با کودهای زیستی، باعث بهبود رشد و توسعه سیستم ریشه گیاه می‌شود و جذب آب و عناصر غذایی را بهبود می‌بخشد؛ در نتیجه میزان فتوسنتز و تولید مواد حاصل از فتوسنتز افزایش می‌یابد و این موضوع سبب بالا رفتن وزن خشک کل گیاه می‌شود. از آنجا که مقدار ازت کل با وزن خشک کل گیاه همبستگی مثبت دارد، مقدار ازت کل گیاه نیز افزایش می‌یابد.

پوششی می‌باشد، که می‌تواند قسمت اعظم و یا حتی تمام نیاز نیتروژن گیاه زراعی را برآورده سازد (Olorunmaiye, 2010). در این پژوهش، تلقیح بذرها با باکتری‌های تثبیت کننده نیتروژن، سبب تثبیت نیتروژن شد؛ همچنین کود دامی، رطوبت خاک را افزایش داد و توانست آب بیشتری را جذب کند که از این طریق، باعث افزایش درصد نیتروژن دانه گلرنگ شده است. Orhan *et al.* (2006) گزارش کردند که

جدول ۷- مقایسه میانگین برخی صفات گلرنگ تحت تأثیر گیاهان پوششی

Table 7. Mean comparison of some safflower traits under the effects of cover crops

| Cover crop | Seed nitrogen concentration (%) | Seed protein concentration (%) |
|---------------|---------------------------------|--------------------------------|
| Hairy vetch | 3.56ab | 22.26ab |
| Grass pea | 3.36abc | 21.01abc |
| Red clover | 3.29bc | 20.56bc |
| Bitter vetch | 3.39abc | 21.19abc |
| *Control (1) | 3.71a | 23.18a |
| **Control (2) | 3.08c | 19.27c |

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون، اختلاف معنی‌داری بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد ندارند. *: کشت گلرنگ در کرت‌های بدون علف هرز (شاهد یک). **: کشت گلرنگ در کرت‌های بدون گیاه پوششی و آلوده به علف هرز (شاهد دو).

Means with the same letters in the same column are not significantly different based on Duncan's multiple range test ($P \leq 0.05$). *: Safflower grown in plots without weed (Control 1), **: Safflower grown in plots without cover crop and containing weed (Control 2).

درصد پتاسیم دانه

اثر تیمارهای آزمایشی بر درصد پتاسیم دانه گلرنگ معنی‌دار شد (جدول ۵). بیشترین درصد پتاسیم دانه گلرنگ (۰/۳۲۶ درصد) در سیستم کودی زیاد و کنترل دستی (شاهد) مشاهده شد، اما کمترین مقدار آن (۰/۱۷۴ درصد) از سیستم کودی کم و بدون کنترل (شاهد) به دست آمد (جدول ۸).

کوهنورد و همکاران (Kouhnavard *et al.*, 2012) گزارش کردند که تاثیر تیمارهای مختلف نیتروژن بر جذب عنصر فسفر و پتاسیم گلرنگ معنی‌دار بود و با افزایش جذب نیتروژن، جذب این عناصر نیز نسبت به تیمار بدون کود نیتروژن افزایش یافت. بنابراین به نظر می‌رسد که دسترسی به میزان زیاد نیتروژن خاک در تیمار بدون کنترل علف هرز، سبب افزایش توانایی رقابتی علف‌های هرز با گلرنگ شده است و در نتیجه علف‌های هرز با استفاده بیشتر از منابع رشد، سبب کاهش رشد و جذب عناصر غذایی گلرنگ شده‌اند. در کرت‌های دارای گیاه پوششی و تحت سیستم‌های مختلف کودی نیز درصد پتاسیم متفاوت بود،

به طوری که بیشترین درصد پتاسیم دانه گلرنگ (۰/۲۸۹ درصد) در سیستم کودی آلی و گیاه پوششی ماشک گل‌خوشه‌ای بدست آمد و کمترین مقدار آن (۰/۲ درصد) در سیستم کودی کم و گیاه پوششی شبدر مشاهده شد (جدول ۸). به نظر می‌رسد که کاربرد کودهای آلی با تأمین به موقع و کافی آب و عناصر غذایی، سبب جوانه‌زنی سریع و تشکیل زود هنگام کانوپی گیاه پوششی ماشک گل‌خوشه‌ای نسبت به سایر گیاهان پوششی شد که همین امر سبب کاهش رقابت گلرنگ با علف‌های هرز بر سر منابع رقابتی و عناصر غذایی شده‌است. در برخی موارد ممکن است که کشت مخلوط، استفاده از منابع غذایی را تحریک نماید و بدین طریق، امکان کنترل برای دسترسی به منابع غذایی برای استقرار و رقابت در علف‌های هرز را فراهم کند (Hauggaard-Nielsen *et al.*, 2009). ممکن است با افزایش میزان جذب نیتروژن، سطح برگ در گونه‌های غالب گیاهی (محصول زراعی یا علف‌های هرز) در جمعیت گیاهی افزایش یابد و در نتیجه توانایی گیاه برای جذب تشعشع خورشید را افزایش دهد و باعث سایه اندازی بر گونه‌های دیگر شود (Corre-Hellou *et al.*

اسیدهای آلی از قبیل اسیدهای سیتریک، گلوتامیک، لاکتیک، اگزالیک، گلیواگزالیک، مالیک، فومریک، تارتاریک و α -کتوبوتاریک کاهش می‌دهند (Sandra et al., 2002).

(al., 2006) که دلیل آن، تفاوت در قدرت رقابت، سرعت رشد، سایه اندازی و تفاوت سیستم ریشه‌ای برای جذب عناصر غذایی در سیستم کشت مخلوط است. گزارش شده است که کودهای زیستی، به‌ویژه باکتری‌های حل‌کننده فسفات، pH خاک را از طریق تولید انواع

جدول ۸- مقایسه میانگین درصد فسفر و پتاسیم و عملکرد دانه گلرنگ تحت تأثیر گیاهان پوششی و سیستم‌های مختلف کودی

Table 8. Mean comparison of the safflower quality traits under the effects of cover crops and different fertilizer systems

| Fertilizer systems | Cover crop | Seed potassium concentration (%) | Seed phosphorus concentration (%) | Protein yield (Kg/ha) | Seed yield (Kg/ha) |
|--------------------|---------------|----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------|--------------------|
| High | Hairy vetch | 0.262gh | 2.283ef | 203.48 defg | 850.3c-h |
| | Grass pea | 0.258hi | 2.278fg | 157.95defg | 692.8c-i |
| | Red clover | 0.255hi | 2.276fg | 197.43defg | 899.9c-f |
| | Bitter vetch | 0.257hi | 2.279f | 218.52 def | 1091.3cd |
| | *Control (1) | 0.326a | 2.344a | 794.21a | 3431.6a |
| | **Control (2) | 0.183n | 2.204lm | 72.55fg | 400.9e-i |
| Medium | Hairy vetch | 0.239j | 2.273fgh | 148.52defg | 647.0c-i |
| | Grass pea | 0.237j | 2.258hi | 159.33defg | 741.5c-i |
| | Red clover | 0.227k | 2.248ij | 148.10defg | 626.4c-i |
| | Bitter vetch | 0.252i | 2.260ghi | 164.54defg | 822.1c-i |
| | *Control (1) | 0.310b | 2.331ab | 797.63a | 3048.7a |
| | **Control (2) | 0.178no | 2.220kl | 57.20fg | 296.1hi |
| Low | Hairy vetch | 0.226k | 2.247ij | 89.66efg | 467.9e-i |
| | Grass pea | 0.216l | 2.246ij | 50.28 g | 262.4i |
| | Red clover | 0.200m | 2.221kl | 57.81fg | 328.1hi |
| | Bitter vetch | 0.225k | 2.246j | 66.89fg | 346.3f-i |
| | *Control (1) | 0.288cd | 2.245ij | 382.55bc | 1919.5b |
| | **Control (2) | 0.174o | 2.195m | 69.80fg | 334.7g-i |
| Organic manure | Hairy vetch | 0.289cd | 2.309cd | 274.46cd | 1176.7c |
| | Grass pea | 0.277ef | 2.306cd | 186.97defg | 894.2c-g |
| | Red clover | 0.271fg | 2.292def | 170.66 defg | 780.9c-i |
| | Bitter vetch | 0.285de | 2.298de | 240.43de | 917.1c-e |
| | *Control (1) | 0.297c | 2.316bc | 503.74b | 2017.1b |
| | **Control (2) | 0.199m | 2.237jk | 104.93efg | 566.1d-i |

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون، اختلاف معنی‌داری بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد ندارند. *: کشت گلرنگ در کرت‌های بدون علف هرز (شاهد یک)، **: کشت گلرنگ در کرت‌های بدون گیاه پوششی و آلوده به علف هرز (شاهد دو).

Means with the same letters in the same column are not significantly different based on Duncan's multiple range test ($P \leq 0.05$). *: Safflower grown in plots without weed (Control 1), **: Safflower grown in plots without cover crop and containing weed (Control 2).

درصد فسفر دانه

اثر تیمارهای آزمایشی بر درصد فسفر دانه گلرنگ معنی‌دار شد (جدول ۵). با توجه به نتایج مقایسه میانگین‌ها، بیشترین درصد فسفر دانه گلرنگ (۲/۳۴۴ درصد) در سیستم کودی زیاد و کنترل دستی (شاهد) مشاهده شد و کمترین مقدار آن (۲/۱۹۵ درصد) از سیستم کودی کم و بدون کنترل (شاهد) به‌دست آمد (جدول ۸). Alizadeh (2010) در آزمایشی بر روی گیاه آفتابگردان بیان داشت که با افزایش مصرف کود نیتروژن، میزان جذب عناصر نیتروژن، فسفر و پتاسیم دانه آفتابگردان افزایش یافت که مشابه منایج تحقیق

حاضر بود. Staal et al. (1991) اعلام کردند یکی از اثرات مثبت استفاده از نیتروژن، افزایش جذب کاتیون‌ها است؛ بنابراین جذب نیتروژن توسط گیاه، افزایش نسبی در جذب سایر عناصر غذایی نیز به وجود می‌آورد. Zamil et al. (2004) گزارش کردند که کاربرد کود دامی، از طریق بهبود اسیدیته خاک، تهویه خاک، فراهم نمودن متعادل اکثر عناصر غذایی، جلوگیری از آبشویی و افزایش حلالیت عناصر غذایی، سبب تسریع و بهبود جذب فسفر توسط ریشه‌ها می‌شود. زمانی که کود فسفر به خاک افزوده می‌شود، بخشی از آن سبب افزایش فسفر محلول می‌شود و بخشی دیگر، فسفر قابل جذب

درصد پروتئین دانه

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که درصد پروتئین دانه گلرنگ، تحت تاثیر سیستم کودی و گیاهان پوششی قرار گرفت (جدول ۵)، به طوری که بیشترین (۲۲/۱۸ درصد) درصد پروتئین دانه در سیستم کود آلی مشاهده شد که از نظر آماری، تفاوت معنی داری با سیستم کودی زیاد و متوسط نداشت (جدول ۶). فراهمی نیتروژن، مهم ترین عامل تاثیرگذاری بر میزان پروتئین دانه است. افزایش فراهمی نیتروژن طی دوره رشد رویشی، سبب افزایش پروتئین دانه می شود (Brown *et al.*, 2005). نیتروژن، اصلی ترین عنصری است که محتوای پروتئین دانه را تحت تاثیر قرار می دهد. در صورتی که مقدار کود نیتروژن برای نیل به عملکرد پتانسیل کافی نباشد، محتوای پروتئین دانه کاهش خواهد یافت (Bly & Woodard, 2003). نتایج Ozer (2003) نیز حاکی از افزایش معنی دار نیتروژن و پروتئین دانه کلزا با مصرف بیشتر نیتروژن می باشد. از آن جا که نیتروژن، جزء اصلی پروتئین ها است و در واقع اصلی ترین ذخیره نیتروژن در گیاهان، پروتئین ها هستند، این موضوع قابل توجه است (Kouhnavard, 2012). گزارش شده است که کاربرد کود زیستی نیز اثر معنی داری بر درصد پروتئین دانه ی آفتابگردان داشته است، به طوری که درصد پروتئین دانه ی گیاهان تلقیح شده نسبت به گیاهان تلقیح نشده بیشتر بوده است (Yousefpoor & Yadavi, 2013). نتایج تحقیق دیگری حاکی از آن است که در لوبیا، استفاده از کودهای زیستی حاوی آروسپیریوم و ازتوباکتر، سبب افزایش میزان پروتئین دانه شد (Yadegari *et al.*, 2010). در تیمار گیاه پوششی، بیشترین درصد پروتئین دانه گلرنگ (۲۲/۲۶ درصد) در گیاه پوششی ماشک گل خوشه ای مشاهده شد، در حالی که کمترین درصد پروتئین دانه (۱۹/۲۷ درصد)، از تیمار بدون کنترل (شاهد دو) به دست آمد. به عبارت دیگر، در بوته های گلرنگ تحت تیمار بدون کنترل علف هرز (شاهد دو)، درصد پروتئین دانه، ۱۶/۸۶ درصد نسبت به شرایط کنترل دستی (شاهد یک) کاهش یافت (جدول ۷). احتمال دارد که افزایش رشد رویشی ماشک گل خوشه ای و در نتیجه افزایش درصد پوشش زمین و

را افزایش می دهد و قسمتی رسوب می کند (Ghobady *et al.*, 2013). اغلب پژوهشگران بر این باورند که فسفر، با ازدیاد رشد گیاه و توسعه و گسترش ریشه می تواند از حجم بیشتری از خاک به منظور جذب عناصر غذایی استفاده نماید؛ در این صورت، جذب و کارایی استفاده از عناصر غذایی افزایش می یابد (Marschner, 2002). (Radosevich, 1987) گزارش کرد که در رقابت بین علف های هرز و گیاه زراعی، مواد غذایی کمتری در دسترس گیاه زراعی قرار می گیرد؛ در نتیجه به نظر می رسد که در تراکم بالای علف هرز، رقابت همزمان اندام هوایی و ریشه، سبب کاهش جذب فسفر توسط گلرنگ در تیمار بدون کنترل علف هرز شده است.

در کرت های دارای گیاه پوششی و تحت سیستم های مختلف کودی نیز غلظت فسفر دانه گلرنگ متفاوت بود، به طوری که بیشترین درصد فسفر دانه گلرنگ (۲/۳۰۹ درصد) در سیستم کودی آلی و گیاه پوششی ماشک گل خوشه ای به دست آمد و کمترین مقدار آن (۲/۲۲۱ درصد) در سیستم کودی کم و گیاه پوششی شبدر مشاهده شد (جدول ۸). به نظر می رسد که گیاه پوششی ماشک گل خوشه ای نسبت به گیاهان پوششی گاودانه، خلر و شبدر، به دلیل حفظ رطوبت کافی در محیط ریزوسفر گیاه، باعث تشدید فعالیت های میکروارگانیسم های موجود در کودهای زیستی و در نتیجه سبب افزایش جذب عناصر غذایی در دانه شده است. گزارش شده است که بقولات پوششی، به دلیل رشد سریع، علاوه بر تامین نیتروژن گیاه بعدی، از توان خوبی برای مقابله با علف های هرز غالب مزارع برخوردارند (Olorunmaiye, 2010). (Mittal *et al.*, 2007) گزارش کردند که کاربرد باکتری های حل کننده فسفر، در افزایش جذب فسفر و نیتروژن تاثیر به سزایی دارد، به طوری که ۵۹ درصد افزایش در میزان فسفر در ساقه و ۱۳ درصد افزایش در غلظت فسفر دانه مشاهده شد. میکروارگانیسم های موجود در کودهای زیستی، با فراهم نمودن سطح اضافی برای جذب، سبب افزایش جذب عناصر غذایی به ویژه فسفر می شوند و به این ترتیب، تولید مواد فتوسنتزی را افزایش می دهند.

(Shapiro & Wortmann, 2006). افزایش مصرف نیتروژن و در نتیجه فراهمی آن برای گیاه، نه تنها رشد بوته را زیاد نموده است، بلکه غلظت پروتئین را نیز افزایش داده است و در نتیجه، بالاترین عملکرد پروتئین با مصرف ۱۲۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار در سیستم کودی زیاد مشاهده شد.

در کرت‌های دارای گیاه پوششی و در سیستم‌های مختلف کودی، روند تغییرات عملکرد پروتئین گلرنگ نیز متفاوت بود، به طوری که بیشترین عملکرد پروتئین گلرنگ (۲۷۴/۴۶ کیلوگرم در هکتار)، از سیستم کود آلی و گیاه پوششی ماشک گل‌خوشه‌ای به دست آمد و کمترین مقدار آن (۵۰/۲۸ کیلوگرم در هکتار)، در سیستم کودی کم و گیاه پوششی خلر مشاهده شد (جدول ۸). به نظر می‌رسد که کاربرد کودهای آلی، از طریق اصلاح برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک و افزایش فراهمی عناصر غذایی مورد نیاز گیاه پوششی ماشک گل‌خوشه‌ای نسبت به سایر گیاهان پوششی (گاودانه، خلر، شبدر)، سبب افزایش رشد سریع، سایه اندازی و رقابت‌پذیری بالای گیاه پوششی ماشک گل‌خوشه‌ای شده باشد که همین امر سبب افزایش اثرات متقابل بین این دو عامل بر عملکرد پروتئین گلرنگ، در حضور گیاهان پوششی و سیستم‌های مختلف کودی شده است. کاهش عملکرد پروتئین گلرنگ در تراکم زیاد (وجود گیاه زراعی و سایر گیاهان) می‌تواند به دلیل افزایش رقابت درون و برون گونه‌ای برای کسب منابع مورد نیاز رشد و نمو باشد که در تراکم‌های کم، این رقابت کمتر می‌شود (Anim & Limbani, 2007). در تراکم بالا، از آنجا که بهره‌وری در استفاده از منابع به ویژه نور کاهش می‌یابد، بنابراین کاهش عملکرد پروتئین گلرنگ با افزایش تراکم بوته در واحد سطح، به دلیل اثر افزایش رقابت بین بوته‌ای، طبیعی به نظر می‌رسد. اگرچه تحقیقات مختلف نشان داده است که افزایش مقدار نیتروژن خاک، موجب افزایش سطح برگ و اندام‌های هوایی گیاهان زراعی می‌شود، اما به نظر می‌رسد که در شرایط حضور علف‌های هرز، این موضوع نیاز به مدیریت بیشتری دارد. از آنجا که علف‌های هرز، مصرف‌کننده‌های لوکس

سایه اندازی ایجاد شده توسط گیاه پوششی ماشک گل‌خوشه‌ای نسبت به گیاهان پوششی گاودانه، خلر و شبدر، سبب کاهش رقابت علف‌های هرز با گلرنگ شده باشد که همین امر، منجر به افزایش پروتئین دانه گلرنگ شده است. کشت مخلوط و تراکم گیاهی مطلوب باعث می‌شود که گیاهان از منابع موجود، به ویژه عناصر غذایی و نور استفاده موثرتری نمایند که این موضوع سبب افزایش جذب عناصر غذایی و افزایش درصد پروتئین دانه شده است. در بررسی کشت مخلوط ذرت و لوبیا چشم بلبلی مشخص شد که اثر نوع کشت بر غلظت پروتئین خام ذرت معنی‌دار بود و با افزایش نسبت کاشت لوبیا چشم بلبلی در کشت مخلوط، غلظت پروتئین خام ذرت افزایش یافت (Muhammad *et al.*, 2006). تثبیت نیتروژن جوی توسط بقولات و انتقال آن به گلرنگ می‌تواند از دلایل افزایش پروتئین دانه در این سیستم کشتی باشد. بررسی‌ها نشان داد که گیاهان پوششی خانوده بقولات، به دلیل رشد سریع، علاوه بر تامین نیتروژن گیاه بعدی، از توان خوبی برای مقابله با علف‌های هرز برخوردار هستند (Rao, 2006).

عملکرد پروتئین

نتایج نشان داد که روند تغییرات عملکرد پروتئین گلرنگ در سیستم‌های مختلف کودی و در ارتباط با کرت‌های دارای گیاه پوششی متفاوت بود (جدول ۵)، به طوری که بیشترین عملکرد پروتئین (۷۹۴/۲۱ کیلوگرم در هکتار) در سیستم کودی زیاد و در کرت‌های فاقد علف‌هرز (کنترل دستی) به دست آمد و با سیستم کودی متوسط در یک سطح آماری قرار گرفت ولی کمترین عملکرد پروتئین (۵۷/۲۰ کیلوگرم در هکتار)، در سیستم کودی متوسط و بدون کنترل (شاهد) مشاهده شد (جدول ۸). عملکرد پروتئین، تابع عملکرد دانه و درصد پروتئین می‌باشد؛ در نتیجه افزایش معنی‌دار عملکرد دانه و درصد پروتئین در سیستم کودی زیاد، باعث افزایش عملکرد پروتئین شد. در اکثر پژوهش‌ها، افزایش میزان کود نیتروژن، موجب افزایش درصد پروتئین دانه شده است که در نتیجه، منجر به افزایش عملکرد پروتئین نیز می‌شود

و نور) هستند، درون فضای محدودی قرار گرفته باشند (Anim & Limbani, 2007)، به طوری که در شرایط حضور کافی عناصر غذایی در خاک و با پیشرفت فصل رشد، رقابت برای جذب نیتروژن، گسترده ترین شکل رقابت بین گیاهان زراعی و همچنین گیاه زراعی با علف‌های هرز محسوب می‌شود (Shafagh-Kolvanagh *et al.*, 2009).

در کرت‌های دارای گیاه پوششی و در سیستم‌های مختلف کودی نیز روند تغییرات عملکرد دانه گلرنگ متفاوت بود، به طوری که بیشترین عملکرد دانه گلرنگ (۱۱۷۶ کیلوگرم در هکتار)، از سیستم کودی آلی و گیاه پوششی ماشک گل خوشه‌ای به دست آمد و کمترین مقدار آن (۲۶۲ کیلوگرم در هکتار)، در سیستم کودی کم و گیاه پوششی خلر مشاهده شد (جدول ۸). به نظر می‌رسد که کاربرد کودهای آلی در خاک، استقرار و رشد و نمو گیاه پوششی ماشک گل خوشه‌ای را نسبت به گیاهان پوششی گاودانه، خلر و شبدر، بهبود بخشید و به نوبه خود سبب شد تا اثرات مثبت ناشی از کشت این گیاهان، همچون افزایش ظرفیت نگهداری رطوبت در خاک و تعدیل درجه حرارت خاک (Campiglia *et al.*, 2010) و در نهایت عملکرد دانه گلرنگ در نتیجه اثرات متقابل بین این دو عامل افزایش یابد. همچنین کودهای زیستی، علاوه بر افزایش فراهمی زیستی چرخه عناصر غذایی خاک از طریق تثبیت زیستی نیتروژن، محلول کردن فسفر و پتاسیم و مهار عوامل بیماری‌زا، با تولید هورمون‌های محرک رشد گیاه، باعث افزایش عملکرد گیاهان زراعی می‌شوند. همچنین گزارش شده است که کود زیستی، اثر مثبت و معنی‌داری بر عملکرد و سایر صفات ذرت داشت، به طوری که میانگین عملکرد دانه گیاهان تلقیح شده نسبت به گیاهان بدون تلقیح، ۱۰ تا ۲۰ درصد افزایش داشت (Biari *et al.*, 2011). برخی از محققین، علت افزایش عملکرد دانه ذرت در سیستم چند کشتی را کمتر شدن رقابت خارجی (برون گونه‌ای) در مقایسه با رقابت داخلی (درون گونه‌ای)، افزایش جذب نور، افزایش سطح برگ و وجود بقولات دانه‌ای گزارش کرده‌اند (Nair *et al.*, 1979). ممکن است یکی از دلایل افزایش عملکرد دانه در تیمارهای مختلف گیاهان پوششی، کنترل علف‌های هرز بوسیله آن‌ها باشد

عناصر غذایی به شمار می‌روند، کاربرد زیاد عناصر غذایی می‌تواند تراکم و درصد پوشش آن‌ها را افزایش دهد که این موضوع می‌تواند موجب افزایش شدت رقابت آن‌ها با گیاه زراعی و کاهش رشد و نمو آن‌ها شود (Corre-Hellou *et al.*, 2006). گزارش شده است که تلقیح با کودهای زیستی، موجب افزایش عملکرد پروتئین آفتابگردان شد (Yousefpoor & Yadavi, 2013). این نتیجه به دلیل تأثیر تلقیح باکتری می‌باشد که کارایی تنظیم کنندگی مناسب رشد، فعالیت فیزیولوژیکی و متابولیسمی را در گیاه افزایش داده است (Ram Rao *et al.*, 2007).

عملکرد دانه

نتایج نشان داد روند تغییرات عملکرد دانه گلرنگ در سیستم‌های مختلف کودی و در ارتباط با کرت‌های دارای گیاه پوششی متفاوت بود (جدول ۵)، به طوری که بیشترین عملکرد دانه (۳۴۳۱ کیلوگرم در هکتار)، از سیستم کودی زیاد و در کرت‌های فاقد علف‌هرز (کنترل دستی) به دست آمد و با سیستم کودی متوسط در یک سطح آماری قرار گرفت ولی کمترین عملکرد دانه (۲۹۶ کیلوگرم در هکتار)، در سیستم کودی متوسط و بدون کنترل (شاهد) مشاهده شد (جدول ۸). نیتروژن استفاده شده در تیمار کودی زیاد، با افزایش رشد رویشی گیاه (تعداد شاخه‌های فرعی) و فسفر، با تسریع در رشد و رسیدگی، افزایش تعداد طبق در بوته و تعداد دانه در طبق تأثیر دارند. وجود این دو عنصر ضروری به مقدار کافی، جهت بالا رفتن عملکرد دانه، ضروری است (Krishnamoorthy & Madalager, 2000). گزارش شده است که میزان تداخل گیاهان زراعی و علف‌های هرز، رابطه مستقیمی با تراکم و طول دوره آلودگی گیاه زراعی به علف‌هرز دارد (Shafagh-Kolvanagh *et al.*, 2009). بنابراین یکی از مهم‌ترین عوامل تأثیرگذار بر گیاهان، رقابت با گیاه مجاور است که ممکن است تأثیر آن به حدی باشد که شکل و اندازه گیاه، به طور قابل ملاحظه‌ای تغییر نماید و عملکرد آن کاهش یابد (Anim & Limbani, 2007). رقابت در جوامع گیاهی زمانی رخ می‌دهد که دو یا چند گیاه که در جستجوی منبع مشترک (مواد معدنی، آب

(Jalilian & Heydarzadeh, 2015).

چشمگیر افت عملکرد ناشی از رقابت می‌شود. عملکرد دانه و پروتئین و همچنین درصد فسفر و پتاسیم دانه گلرنگ در تیمار کنترل دستی علف‌های هرز در تمامی سیستم‌های کودی نسبت به سایر تیمارها بالاتر بود. در کل و با توجه به این‌که بالاترین میزان صفات کیفی گلرنگ در حضور گیاهان پوششی در تیمار گیاه پوششی ماشک گل خوشه‌ای و در سیستم کود آلی به دست آمد، این ترکیب تیماری به لحاظ کاهش آلودگی‌های زیست محیطی و کاهش هزینه‌های کنترل علف‌های هرز، تحت تأثیر کاهش مصرف سموم و کود شیمیایی می‌تواند برای کشاورزان قابل توصیه باشد.

نتیجه گیری کلی

نتایج نشان داد که گیاه پوششی ماشک گل خوشه‌ای و گاودانه در تمامی سیستم کودی توانایی بالایی در سرکوب علف‌های هرز مزرعه گلرنگ داشتند. این موفقیت به دلیل توان رقابتی بالای گیاه پوششی و گلرنگ با علف‌های هرز در این سیستم کشتی بوده است. بنابراین کاربرد گیاهان پوششی، تعادل رقابتی بین علف‌های هرز و گیاهان زراعی را تحت تأثیر قرار می‌دهد و سبب کاهش زیست‌توده نسبی علف‌های هرز و کاهش

REFERENCES

1. Abbassian, A., Rashed Mohassel, M.H., Nezami, A. & Izadi, A.E. (2016). Community structure and species diversity of chickpea weeds in application of imazethapyr and trifluralin. *Agronomy Journal (Pajuhesh & Sazandegi)*, 110: 39-45. (In Persian).
2. Alizadeh, O. (2010). Evaluation effect of water stress and nitrogen rate of absorption some macro and micro elements in corn mycorrhizal and non-mycorrhizal. *Advances in Natural and Applied Sciences*, 4(2), 153-158.
3. Anim, O. & Limbani, N.V. (2007). Effect of intercropping on the growth and yield of cucumber (*Cucumis sativus* L.) and Okra (*Abelmoschus esculentus* L.) Moench. *International Journal of Agriculture and Biology*, 9, 594-597.
4. Association of Official Analytical Chemists. (2005). *Official methods of analysis of AOAC* (18th ed), Vol. II. Association of Official Analytical Chemist, Washington DC.
5. Batlla, D., Kruk, B.C. & Benech-Arnold, R.L. (2000). Very early detection of canopy presence by seeds through perception of subtle modification in red: far red signals. *Functional Ecology*, 14(2), 195-202.
6. Barker, D.C., Knezevic, S.Z., Martin, A.R., Walters, D.T. & Lindquist, J.L. (2006). Effect of nitrogen addition on the comparative productivity of corn and velvetleaf (*Abutilon theophrasti*). *Weed Science*, 54(4), 354-363.
7. Biari, A., Gholami, A. & Rahmani, H.A. (2011). Effect of different plant growth promotion bacteria (*Azotobacter*, *Azospirillum*) on growth parameters and yield of field maize. *Journal of Water and Soil*, 25, 1-10. (In Persian).
8. Blaise, D., Singh, J.V., Bonde, A.N., Tekale, K.U. & Mayee, C.D. (2005). Effects of farmyard manure and fertilizers on yield, fiber quality and nutrient balance of rain fed cotton (*Gossypium hirsutum*). *Bioresource Technology*, 96, 345-349.
9. Bly, A.G. & Woodard, H.J. (2003). Foliar nitrogen application timing influence on grain yield and protein concentration of hard red winter and spring wheat. *Agronomy Journal*, 95, 335-338.
10. Brennan, E.B. & Smith, R.F. (2005). Winter cover crop growth and weed suppression on the central coast of California. *Weed Technology*, 19, 1017-1024.
11. Brown, B., Westcott, M., Christensen, N., Pan, B. & Stark, J. (2005). *Nitrogen management for hard wheat protein enhancement*. Pacific Northwest Extension Publication, PNW 578.
12. Campiglia, E., Mancinelli, R., Radicetti, E. & Caporali, F. (2010). Effect of cover crops and mulches on weed control and nitrogen fertilization in tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.). *Crop Protection*, 29(4), 354-363.
13. Corre-Hellou, G., Fustes, J. & Crozat, Y. (2006). Interspecific competition for soil N and its interaction with N₂ Fixation, leaf expansion and crop growth in pea-barley intercrops. *Plant and Soil*, 282, 195-208.
14. Didon, U.M.E., Kolseth, A.K., Widmark, D. & Persson, P. (2014). Cover crop residues-effects on germination and early growth of annual weeds. *Weed Science*, 62, 294-302.
15. Gabriel, J.L. & Quemada, M. (2011). Replacing bare fallow with cover crops in a maize cropping system: Yield, N uptake and fertilizer fate. *European Journal of Agronomy*, 34, 133-143.

16. Ghobady, M., Jahanbin, S., Owliaie, H.R., Motalebifard, R. & Parvizi, K. (2013). The effect of phosphorus biofertilizers on yield and phosphorus uptake in potato. *Journal of Soil and Water*, 23(2), 125-138.
17. Hauggaard-Nielsen, H., Gooding, M., Ambus, P., Corre-Hellou, G., Crozat, Y., Dahlmann, C., Dibet, A., Fragstein, P., Pristeri, A., Monti, M. & Jensen, E.S. (2009). Pea-barley intercropping for efficient symbiotic N₂-Fixation, soil N acquisition and use of other nutrients in European organic cropping systems. *Field Crop Research*, 113(1), 64-71.
18. Heydarzadeh, S. & Jalilian, J. (2014). Changes in cover crops yield in safflower field under different fertilizer systems and weed infestation. *Research in Field Crops*, 2(1), 38-49. (In Persian).
19. Hooker, K.V., Coxon, C.E., Hackett, R., Kirwan, L.E., Okeeffe, E. & Richards, K.G. (2008). Evaluation of cover crop and reduced cultivation for reducing nitrate leaching in Ireland. *Journal of Environmental Quality*, 37(1), 138-145.
20. Horrigan, L., Lawrence, R.S. & Walker, P. (2002). How sustainable agriculture can address the environmental and human health harms of industrial agriculture. *Environ Health Perspect*, 110, 445-456.
21. Hortensteiner, S. & Feller, U. (2002). Nitrogen metabolism and remobilization during senescence. *Journal of Experimental Botany*, 53, 927-937.
22. Izadi, F., Bagheri, A.R. & Miri, H.R. (2012). The effect of nitrogen and weeds interference on millet (*Panicum miliaceum*) yield and yield components. *Journal of Plant Ecophysiology*, 5(12), 85-94. (In Persian).
23. Jalilian, J. & Heydarzadeh, S. (2015). Effect of cover crops, organic and chemical fertilizer on the quantitative and qualitative characteristics of safflower (*Carthamus tinctorius*). *Science Agricultural and Sustainable Production*, 25, 71-85. (In Persian).
24. Jensen, E.S., Peoples, M.B., Boddey, R.M., Gresshoff, P.M., Hauggaard-Nielsen, H., Alves, B.J.R. & Morrison, M.J. (2012). Legumes for mitigation of climate change and the provision of feedstock for bio fuels and bio refineries A review. *Agronomy for Sustainable Development*. 32 (2), 329- 364.
25. Kouhnavard, P., Jalilian, J. & Pirzad, A. (2012). Effect of foliar application of micro-nutrients on yield and yield components of safflower under conventional and ecological cropping systems. *International Research Journal of Applied and Basic Sciences*, 3 (7), 1460-1469.
26. Kouhnavard, P. (2012). *The effect of foliar application of micro-nutrients on agroecological characteristics of safflower under conventional and ecological cropping systems*. Msc Thesis. Faculty of Agriculture, Urmia University, Iran. (In Persian).
27. Krishnamoorthy, V. & Madalager, M.B. (2000). Effect of interaction of nitrogen and phosphorus on seed and essential oil of ajowan (*Trachyspermum ammi*). *Journal of Spices and Aromatic Crop*, 9(2), 137-139.
28. Kruidhof, H.M., Bastiaans, L. & Kropff, M.J. (2008). Ecological weed management by cover cropping: effects on weed growth in autumn and weed establishment in spring. *Weed Research*, 48, 492-502.
29. Liu, F., Jensen, C.R. & Andersen, M.N. (2004). Drought stress effect on carbohydrate concentration in soybean leaves and pods during early reproductive development: It implication in altering pod set. *Field Crops Research*, 86, 1-13.
30. Marschner, H. (2002). *Relationships between mineral nutrition and plant diseases and pests*. Elsevier Science. (pp. 436-460).
31. Mittal, V., Siygh, O., Nayyar, H., kaur, G. & Tewari, R. (2007). Stimulatory effect of phosphate-solubilizing fungal starins (*Aspergillus aw. Arvori* and *Pencillum citrinum*) on yield of chick pea (*Cicer arietinum* L. Cr. Gpfz). *Soil biology and Biochemistry*, 40, 718-727.
32. Muhammad, I., Rafiq, M., Sultan, A., Akram, M. & Arifgoher, M. (2006). Green fodder yield and quality evolution of maize and cowpea sown alone and in combination. *Journal of Agricultural Research*, 44(1), 121-129.
33. Nair, K.P.P., Patel, U.K., Singh, R.P. & Kaushik, M.K. (1979). Evaluation of legume intercropping in conservation of fertilizer nitrogen in maize culture. *Journal of Agricultural Science*, 93(1), 189-194.
34. Orhan, E., Esitken, A., Ercisli, S., Turan, M. & Sahin, F. (2006). Effects of plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) on yield, growth and nutrient contents in organically growing raspberry. *Scientia Horticulturae*, 111, 38-43.

35. Olivera, M., Iribarne, C. & Liunch, C. (2002). Effect of phosphorus on nodulation and N₂ fixation by bean (*Phaseolous vulgaris*) Proceedings of the 15th International Meeting on Microbial Phosphate Solubilization. Salamanca University, 16-19 July, Salamanca, Spain.
36. Olorunmaiye, P.M. (2010). Weed control potential of five legume cover crops in maize/cassava intercrop in a Southern Guinea savanna ecosystem of Nigeria. *Australian Journal of Crop Science*, 4, 324-329.
37. Ozer, H. (2003). Sowing data and nitrogen rate effects on growth, yield and yield components of two summer rapeseed cultivars. *European Journal of Agronomy*, 19, 453-463.
38. Radosevich, S.R. (1987). *Methods to study interactions among crops and weeds*. Weed Science Society of America and Allen Press.
39. Ram Rao, D.M., Kodandaramaiah, J., Reddy, M.P., Katiyar, R.S. & Rahmathulla, V.K. (2007). Effect of VAM fungi and bacterial biofertilizers on mulberry leaf quality and silkworm cocoon characters under semiarid conditions. *Caspian Journal of Environmental Sciences*, 5(2), 111-117.
40. Rao, V.S. (2006). *Principles of weed science*. Science Publication, USA.
41. Reddy, K.N. (2001). Effects of cereal and legume cover crop residues on weeds, yield, and net return in soybean (*Glycine max*). *Weed Technology*, 15, 660-668.
42. Rossi, A.M., Juarez, M.D., Samman, N.C. & Villarreal, M. (2004). Nitrogen contents in food: A comparison between the kjeldahl and hach methods. *Argentine Chemical Society*, 92, 99-108.
43. Sandra, B., Natarajan, V. & Hari, K. (2002). Influence of phosphorus solubilizing bacteria on the changes in soil available phosphorus and sugarcane sugar yields. *Field Crop Research*, 77, 43-49.
44. Seyed Sharifi, R. & Hakam Alipur, S. (2010). *Forage crops*. Amidi Tabriz Press. (In Persian).
45. Shafagh-Kolvanagh, J., Zehtab Salmasi, S., Javanshir, A., Moghaddam, M. & Dabbagh Mohammadinasab, A. (2009). Influence of nitrogen and weed interference on grain yield, yield components and leaf chlorophyll value of soybean. *Agricultural Science and Sustainable Production*, 19(1), 1-20. (In Persian).
46. Shapiro, C.A. & Wortmann. C.S. (2006). Corn response to nitrogen rate, row spacing, and plant density in Eastern Nebraska. *Agronomy Journal*, 98, 529-535.
47. Staal, M., Maathuis, F.J.M., Elzenga, J.T.M., Overbeek, J.H.M. & Prins, H.B.A. (1991). Na⁺/K⁺ antiport activity and tonoplast vesicles from roots of the salt tolerant *Plantago maritima* and the salt sensitive *Plantago madia*. *Physiologia Plantarum*, 82, 179-184.
48. Uchino, H., Iwama, K., Jitsuyama, Y., Ichiyama, K., Sugiura, E., Yudate, T., Nakamura, S. & Gopal, J. (2012). Effect of interseeding cover crops and fertilization on weed suppression under an organic and rotational cropping system: 1. Stability of weed suppression over years and main crops of potato, maize and soybean. *Field Crop Research*, 127(27), 9-16.
49. Uchino, H., Iwama, K., Jitsuyama, Y., Yudate, T. & Nakamura, S. (2009). Yield losses of soybean and maize by competition with interseeded cover crops and weeds in organic-based cropping systems. *Field Crops Research*, 113(3& 4), 342-351.
50. Yadegari, M., Asadirahmani, H., Noormohammadi, G. & Ayneband, A. (2010). Plant growth promoting rhizobacteria increase growth, yield and nitrogen fixation in *Phaseolus vulgaris*. *Journal of Plant Nutrition*, 33, 1733-1743.
51. Yousefpoor, Z. & Yadavi, A.R. (2013). Effect of biological and chemical fertilizers of nitrogen and phosphorus on quantitative and qualitative yield of sunflower. *Agricultural Science and Sustainable Production*, 24(1), 95-112. (In Persian).
52. Zaefarian, F. (2009). *Ecophysiological response of maize and soybean intercropping to competition of amaranth and datura*. Ph.D. Thesis. Faculty of Agriculture, Tarbiat-Modares University. (In Persian).
53. Zamil, S.S., Quadir, Q.F., Chowdhury, M.A.H. & Vahid, A.A. (2004). Effects of different animal manure on yield quality and nutrient uptake by mustard (CV. Agrani). *BRAC University Journal*, 1(2), 59-66.